**Выборочный контроль при исследовании надежности**

**1. Основные понятия в области технического обеспечения надежности**

Надежность представляет собой понятие связанное прежде всего с техникой. Его можно трактовать как “безотказность”, “способность выполнять определенную задачу” или как "вероятность выполнения определенной функции или функций в течение определенного времени и в определенных условиях".

Как техническое понятие “надежность” представляет собой вероятность (в математическом смысле) удовлетворительного выполнения определенной функции. Поскольку надежность представляет собой вероятность, для ее оценки применяются статистические характеристики.

Результаты измерения надежности доложены включать данные об объеме выборок, о доверительных границах, о процедурах выборочного исследования и др.

В технике применяется также понятие “удовлетворительное выполнение”. Точное определение этого понятия связано с определением его противоположности – “неудовлетворительного выполнения” или “отказа”.

Отказы системы могут быть обусловлены конструкцией деталей, их изготовлением или эксплуатацией.

В современных условиях большое внимание уделяется надежности электронного оборудования.

Общему понятию “надежности” противостоит понятие “собственно надежность” образца оборудования, которая представляет собой вероятность безотказной работы в соответствии с заданными техническими условиями при установленных проверочных испытаниях в течение требуемого промежутка времени. При испытаниях надежности измеряется “собственно надежность”. Она представляет по существу “операционную надежность” оборудования и является следствием двух факторов: “собственно надежности” и “эксплуатационной надежности”. Эксплуатационная надежность, в свою очередь, обусловлена соответствием аппаратуры ее использованию, порядком и способом оперативного применения и обслуживания, квалификацией персонала, возможностью ремонта различных деталей, факторами окружающей среды и др.

На каждую характеристику, подлежащую измерению, в технических условиях задается допуск, нарушение которого рассматривается как “отказ”. Допуск, определяющий отказ, должен быть оптимальным с необходимой надбавкой на износ деталей, т. е. он должен быть шире нормального заводского допуска. Поэтому заводские допуски устанавливают с учетом того, что детали со временем изнашиваются.

Основными понятиями, связанными с надежностью являются:

1. Исправность – состояние изделия, при котором оно в данный момент времени соответствует всем требованиям, установленным как в отношении основных параметров, характеризующих нормальное выполнение заданных функций, так и в отношении второстепенных параметров, характеризующих удобства эксплуатации, внешний вид и т. п.

2. Неисправность – состояние изделия, при котором оно в данный момент времени не соответствует хотя бы одному из требований, характеризующих нормальное выполнение заданных функций.

3. Работоспособность – состояние изделия , при котором, при котором оно в данный момент времени соответствует всем требованиям, установленным в отношении основных параметров, характеризующих нормальное выполнение заданных функций.

4. Отказ – событие, заключающееся в полной или частичной утрате изделием его работоспособности.

5. Полный отказ – отказ, до устранения которого использование изделия по назначению становится невозможным.

6. Частичный отказ – отказ до устранения которого остается возможность частичного использования изделия.

7. Безотказность – свойство изделия непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого интервала времени.

8. Долговечность – свойство изделия сохранять работоспособность (с возможными перерывами для технического обслуживания и ремонта) до разрушения или другого предельного состояния. Предельное состояние может устанавливаться по изменениям параметров, по условиям безопасности и т. п.

9. Ремонтопригодность – свойство изделия, выражающееся в его приспособленности к проведению операций технического обслуживания и ремонта, т. е. к предупреждению, обнаружению и устранению неисправностей и отказов.

10. Надежность (в широком смысле) – свойство изделия, обусловленное безотказностью, долговечностью и ремонтопригодностью самого изделия и его частей и обеспечивающее сохранение эксплуатационных показателей изделия в заданных условиях.

11. Восстанавливаемость – свойство изделия восстанавливать начальные значения параметров в результате устранения отказов и неисправностей, а также восстанавливать технический ресурс в результате проведения ремонтов.

12. Сохраняемость – свойство изделия сохранять исправность и надежность в определенных условиях и транспортировки.

Для предвидения отказов в будущем необходимы фактические данные о частоте отказов за время использования оборудования по назначению.

При обработке информации применяется величина обратная частости отказов “среднее время между отказами”.

Для исследования надежности применяются достаточно сложные аналитические методики. Например, при исследовании электронных систем инженер выбирает ряд ключевых характеристик, выбирает наиболее важную из них, выбирает варианты действий и один из этих вариантов, изучает условия работы и оценивает их.

В связи с высокими темпами современного научно-технического прогресса важно выбрать оптимальный момент для перехода от научных исследований и подготовительных работ к производству продукции. В условиях конкуренции удачно выбранное время запуска в производство является важным фактором, действующим в двух направлениях: “слишком ранний” запуск в производство может привести к таким же отрицательным последствия, как и “слишком поздний”.

Причинами изготовления ненадежной продукции могут быть:

отсутствие регулярной проверки соответствия стандартам;

ошибки в применении материалов и неправильный контроль материалов в ходе производства;

неправильный учет и отчетность по контролю, включая информацию об усовершенствовании технологии;

не отвечающие стандартам схемы выборочного контроля;

отсутствие испытаний материалов на их соответствие;

невыполнение стандартов по приемочным испытаниям;

отсутствие инструктивных материалов и указаний по проведению контроля;

нерегулярное использование отчетов по контролю для усовершенствования технологического процесса.

Математические модели, применяемые для количественных оценок надежности, зависят от “типа” надежности. Современная теория выделяет три типа надежности:

1. “Надежность мгновенного действия”, например, плавких предохранителей.

2. Надежность при нормальной эксплуатационной долговечности. Например, вычислительной техники. В исследованиях нормальной эксплуатационной надежности в качестве единицы измерения используют “среднее время между отказами”. Рекомендуемый в практике диапазон от 100 до 2000 часов.

3. Чрезвычайно продолжительная эксплуатационная надежность. Например, космические корабли. Если требования к сроку службы свыше 10 лет, их относят к чрезвычайно продолжительной эксплуатационной надежности.

При нормальной эксплуатационной надежности техническое предсказание надежности может быть теоретическим, экспериментальным и эмпирическим. При теоретических средствах испытания разрабатываю схему данной операции и проверяют соответствие схемы с помощью математической модели. Если схема не соответствует операции, вносятся уточнения до тех пор, пока соответствие не будет достигнуто. Это так называемое научное исследование.

Эмпирический подход заключается в выполнении необходимых измерений в отношении фактически выпускаемой продукции и выводах о надежности.

Экспериментальный подход занимает промежуточное положение между теоретическим и эмпирическим. При экспериментальном подходе используют и теорию и измерения. При этом широко применяют методы математического моделирования процессов, создавая на этой основе экспериментальные данные. После этого информация подвергается статистическому анализу с применением современных средств вычислительной техники, что обеспечивает надежность и достоверность выводов.

Любому виду испытания предшествует план эксперимента.

Поскольку надежность является вероятностной характеристикой, количественные оценки используются для оценки “средней надежности”, рассчитанной на основе выборок из всей совокупности, а также для предсказания будущей надежности. Надежность исследуется с помощью статистических методов и поддается уточнению с их помощью.

Следует отметить, что продолжительность службы не является единственным показателем эксплуатационных свойств.

В ряде случаев надежность можно характеризовать другими показателями (километраж пробега, продолжительность активного использования и др.) продолжительность службы изделий зависит как от условий изготовления, так и условий эксплуатации.

Надежность многих изделий может быть выявлена в условиях их потребления. Научно обоснованная система наблюдения за эксплуатацией изделий позволяет выявить дефекты, обусловленные нарушениями технологического процесса у производителя.

Производитель должен:

применять статистический контроль качества;

проверять через определенные интервалы состояние управляемости процессов;

стремиться к повышению качества и надежности выпускаемого оборудования;

обеспечить правильное понимание требований заказчика и удовлетворения их.

Анализ различных определений надежности, имеющихся в литературе, приводит к обобщенному выводу ,что под надежностью понимают безотказную работу изделий при регламентированных условиях эксплуатации в течение определенного периода времени.

**2. Показатели надежности**

Наибольшее распространение в исследованиях надежности получил показатель - интенсивность отказов. Он обозначается (лямбда):



,



где

n – число выбывших из строя изделий;

N – общее число изделий;

– среднее время испытаний.



Среднее время испытаний определяется по формуле:

,



где

ni – число изделий в испытательной группе;

ti – продолжительность испытаний данной группы.

Если количество изделий, выбывших из строя превышает 5-10%, то в расчет вводится корректива:



,



где

– количество отказавших изделий в данной группе;



– количество отказов за одно и тоже время испытаний;



– продолжительность испытаний для вывода изделия из строя.



Для расчета средней интенсивности отказов важно выбрать правильный интервал времени, так как обычно плотность отказов меняется во времени.

Пример. При испытании некоторой детали электронной аппаратуры может определяться через 1000-2000 часов. Проводится испытание 4 групп по 250 изделий в течение 2000 часов.



Результаты испытаний следующие:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № строк | Вышло из строя через | | | Всего вышло из строя |
|  | 500 час. | 1000 час. | 1500 час. |  |
| 1 | 3 | 2 | 2 | 7 |
| 2 | 3 | 2 | - | 5 |
| 3 | 3 | - | 1 | 4 |
| 4 2 2 - 4 | | | | |

Рассчитаем :



часов.



Всего за время испытаний вышло из строя 20 изделий (7+5+4+4)

Тогда на 1000 часов.



Детали и узлы могут выходить из строя из-за дефектов производства и по другим причинам.

При постоянном уровне частоты отказов за единицу времени распределение вероятностей промежутков безотказной работы выражается показательным законом распределения эксплуатационной долговечности.

**3. Выборочный контроль**

Характерной особенностью контроля при исследовании надежности является то, что возможности составления выборок ограничены малочисленностью единиц аппаратуры на ранних стадиях ее освоения. Как правило, число единиц для испытания выбирает заказчик. При это уровень достоверности результатов испытания варьирует в зависимости от числа проверенных единиц. Такое же влияние оказывает продолжительность предполагаемого оперативного времени и степень износа образцов при испытании.

На практике составление выборок для испытания надежности производят в соответствии с планом, который вначале ( а затем каждый раз, когда попавшее в выборку изделие характеризуется пониженным средним временем безотказной работы) предусматривает 10%-ный риск потребителя при уровне приемлемого качества, соответствующем 10% единиц, с надежностью ниже нормы. Отметим некоторое различие между статистическим контролем качества и выборочными проверками в связи с техническим обеспечением надежности. В последнем случае кроме вопросов представительности выборки возникает вопрос о необходимом времени испытаний.

Естественно, стопроцентное испытаний партий до полного износа образцов невозможно. Поэтому схемы выборочного контроля, применяемые при изучении надежности, предусматривают текущую выборочную проверку выпускаемой продукции с ослабленным режимом контроля до тех пор, пока не будет обнаружена продукция с характеристиками ниже нормы. Иными словами, ослабленная процедура контроля продолжается до тех пор, пока в выборке не появится дефектный экземпляр. При обнаружении единицы выпускаемой продукции с пониженной против нормы характеристикой восстанавливается нормальный режим контроля, который может перейти в режим усиленного контроля в зависимости от количества брака, выявленного в выборке. Как правило, подобные планы выборочного контроля разрабатываются с учетом заданного среднего времени безотказной работы и размеров ежемесячного выпуска продукции.

При исследовании надежности для решения вопроса о приемке или забраковывании партии нередко используют метод последовательного анализа. Прежде всего, выявляют, что среднее время безотказной работы при заданных условиях находится на уровне установленного минимума или превышает его. Такие испытания планируются после того, как предназначенные к испытанию образцы и испытательная аппаратура прошли надлежащую проверку. Испытания прекращаются, как только принимается решение о приемке. Но они не прекращаются, если принято решение забраковать партию. В последнем случае они продолжаются в соответствии с точно определенным планом статистического контроля.

Под отказом понимают появление первых признаков неправильной работы или неполадки в работе аппаратуры. Каждый отказ характеризуется определенным временем его возникновения.

Результаты исследования надежности имеют значение при сертификации продукции и систем качества.

**Выводы**

Надежность представляет собой понятие, связанное с техникой. Как техническое понятие надежность представляет собой вероятность удовлетворительного выполнения определенной функции. Отчеты об измерениях надежности должны включать данные об объеме выборок, о доверительных интервалах, о процедурах выборочного контроля. При обработке фактических данных о частоте откахзов за время работы оборудования используется показатель , обратный частости отказов “ среднее время между отказами”. Исследование надежности является объектом статистических методов, допускает их применении и поддается уточнению с их помощью. При проведении выборочного контроля надежности наряду с вопросом о представительстве выборки решается вопрос о необходимом времени испытаний.